

二国間交流事業 共同研究報告書

令和 6 年 4 月 8 日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]
東京大学・大学院新領域創成科学研究科
[職・氏名]
教授・松島 潤
[課題番号]
JPJSBP 120219909

1. 事業名 相手国: アラブ首長国連邦 (振興会対応機関: OP) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) デジタル岩石コア試料を用いた亀裂コンプライアンスとマイクロメカニクスの関連性解明

(英文) Elucidation of the relationship between fracture compliance and micromechanics using
a digital core sample

3. 共同研究実施期間 令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 6 年 3 月 31 日 (3 年 0 ヶ月)【延長前】 令和 3 年 4 月 1 日 ～ 令和 5 年 3 月 31 日 (2 年 0 ヶ月)

4. 相手国側代表者 (所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Khalifa University ・ Professor ・ Ali Mohammed

5. 委託費総額 (返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		1,600,585 円
内訳	1 年度目執行経費	80,585 円
	2 年度目執行経費	1,520,000 円
	3 年度目執行経費	0 円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数 (代表者を含む)

日本側参加者等	3 名
相手国側参加者等	2 名

* 参加者リスト (様式 B1(1)) に表示される合計数を転記してください (途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1 年度目	0	0	0(0)
2 年度目	0	0	0(0)
3 年度目	1	0	0(0)

* 派遣・受入実績 (様式 B1(3)) に表示される合計数を転記してください。

派遣:委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入:相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

Khalifa University の Mohammed Ali 教授のグループとは、2013 年頃よりコラボレーションを行ってきており、今回はその連携をさらに強化することができた。コロナ禍の影響もあり、実際にそれぞれの大学を訪問する形式での交流が十分に行うことができなかったが、その一方で、オンラインシステムを利用した研究交流・協議を持続的に行うことができた。そのような協議の結果、本テーマとも関連する研究テーマ (Investigation of seismic attributes to study fractured and saturated media) で Khalifa University にて学内予算を獲得することにも成功して、東大側にもその一部 (350 万円程度) を受託研究費として配分をいただき、研究交流自体に厚みを持たすことができた。今回の研究テーマはシミュレーションをベースにした岩石物理学を開拓することを目標として実施され、一定の成果が得られるとともに、宇宙線ミュオンを利用した新たな実験室手法を提案するにいたり、今後のさらなる交流を深める礎を得ることができた。この実験については、Khalifa University から博士学生を 2024 年 5 月から 90 日間滞在することで共同実験を実施予定であり、Mohammed Ali 教授については 2024 年 5 月下旬に来日いただいて協議を実施することで予定している。

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

従来、岩石コア試料より弾性波の速度あるいは減衰情報を抽出することを目的とした室内実験においては、超音波領域(通常 100 kHz 以上)の周波数帯域での測定が主流として行われてきたが、これまで扱うことが難しいとされていた低周波数領域(通常の実フィールド弾性波探査・物理検層で使用する周波数領域:10Hz から数 10kHz 程度)に拡張することによる室内実験が近年報告されてきている。しかしながら、これらの方法は岩石コア試料全体の平均的特性を測定することになり、岩石コア試料内部に存在する個々の亀裂の評価が不可能であった。本提案では、岩石コア試料内部に存在する個々の亀裂を評価する手法を提案する。具体的には、X線CTによって生成されたデジタル岩石コア上において広帯域周波数の3次元波動伝播数値シミュレーションを行うことによりシミュレーション変位波形を生成し、この波形情報から局所的な亀裂の動的なひずみ異常を抽出しその周波数依存性を観測する。このようなアプローチは亀裂コンプライアンスの周波数依存性と亀裂近傍におけるマイクロメカニクスの関係の解明に資すると考えている。流体シミュレーションと力学的シミュレーションを連成的に実施することにより、これまで実施できなかった孔隙内流体の性状を加味したシミュレーションを実施することができた。従前の岩石物理学によるアプローチは単純化したモデルにおける解析的な方法であったが、今回取り組んだシミュレーションをベースにした岩石物理学アプローチは柔軟に実際の岩石コアの状況を反映した解析が可能となる。陸上ならびに海上にて巨大油田を有する中東アブダビでは、先進的な弾性波探査データ取得技術で取得され、多様で膨大な弾性波探査データの蓄積をしてきている。そのような世界的にみて第一級のデータに対してこれまで Khalifa 大学との共同で波動解析を実施してきており、それらの結果の妥当性を検証するために、今回のシミュレーションをベースにした岩石物理学アプローチが有効的に活用出来る可能性を示唆できた。

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

中東産油国であるアラブ首長国連邦のアブダビ首長国では、原油生産の維持・増産を目的として、弾性波探査データを用いた油層の精緻な貯留層特性把握が課題となっている。とりわけ、CO₂(二酸化炭素)を地下に圧入し、原油生産量を増進(EOR: Enhanced Oil Recovery)させる CO₂-EOR 技術の確立が

最重要視されており、CO₂の地下圧入以降の地下の状態（流体の移動状況）をモニタリングする技術が重要な要素技術に位置づけられている。陸上ならびに海上にて巨大油田を有する中東アブダビでは、先進的な弾性波探査データ取得技術で取得された、多様で膨大な弾性波探査データや岩石コアの蓄積をしてきており、そのような世界的にみて第一級のデータに触れる機会を持つことができ、当該分野における先端的な研究を行うことができた。このような経験は、我が国で行われている CCS（二酸化炭素の回収・貯蔵）事業への技術的還元や将来的な共同事業への発展への期待もできる。

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

アラブ首長国連邦のアブダビ首長国は、日本の原油調達先としてはサウジアラビアに次ぐ2番手で、原油輸入量の約25%を占める。サウジアラビアは他国の開発参入を認めていないため、日本が自主開発で油田権益を得ている国としては、アブダビがもっとも重要な国として位置付けられている。これまで政府主導で資源外交が進められてきたが、近年世界の資源消費量の拡大、石油・天然ガス資源の国有化の進行により、エネルギー資源の国際需給が逼迫・複雑化してきているとともに、高度な技術スキルが必要となる開発案件が急速に増加しており、資源外交のみならず、大学間における共同研究・教育を含む重層的な関係構築が、我が国における長期的な自主開発原油確保に繋がる。一方で、我が国の石油・天然ガス開発分野では、資源開発産業自体の低迷、近年の学部及び大学院の改組・大括りの動きの中での石油・天然ガス開発の上流部門の専門教育のレベルの低下など、様々な問題が顕在化してきている。当該共同研究を通じて、両国の資源開発教育の質・量を高め、人材を広く育成することで、我が国へのエネルギー資源安定供給確保に繋がるため、今回のような交流はその観点で少しでも貢献できたのではないかと思う。さらには、2023年に開催されたCOP28ではUAEが議長国を務めた。その会議の議長を務めたのはアブダビ国営石油総裁であり、カーボンニュートラルの大きな流れの中で、産油国が何を考え石油資源をどのように位置付けていくのか、という観点を現場において把握・議論できたことは大きな収穫であった。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

アブダビには、世界の石油メジャーや有名大学が凌ぎをけずりイノベーションが創出される場であり、学生にはそのような環境に触れることで大いに刺激を受けて頂く予定であったが、残念ながら現地に訪問いただく機会を創出することはできなかった。ただ、オンラインベースでの協働を通じて、その一端を感じとっていただいたと考える。

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

上述したように、本研究を進める過程において、宇宙線ミュオンを利用した新たな実験室手法を発案するに至り、今後のさらなる交流を深める礎を得ることができた。この実験については、Khalifa University から博士学生を2024年5月から90日間受け入れることで共同実験を実施予定であり、Mohammed Ali 教授については2024年5月下旬に来日いただいて協議を実施することで予定している。

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記載してください)

大学間協定の締結を予定。